



FACULTAD DE FARMACIA

Determinación de
parámetros de calidad
en mieles de mielada

Natalia Sánchez González



TRABAJO FIN DE GRADO

Curso 2015-2016

GRADO EN FARMACIA

FACULTAD DE FARMACIA

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Determinación de parámetros de calidad en mieles de mielada

Natalia Sánchez González

Presentación: 6 de Julio del 2016. Aula 2.2.

Tribunal Comisión 12.

Departamento de Química Analítica

Tutora: M^a Dolores Hernanz Vila

Tipología del trabajo: Experimental

ÍNDICE

RESUMEN	2
ABSTRACT	3
1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. <u>Miel</u>	4
1.1.1. Características generales de la miel	4
1.2. <u>Composición y criterios de calidad</u>	5
1.3. <u>Miel de mielada</u>	6
1.3.1. El mielato o mielada: tipos y formación	6
1.3.2. Beneficios de la miel	7
1.4. <u>Mieles de mielada vs mieles florales</u>	10
1.5. <u>Parámetros de calidad</u>	12
1.5.1. Conductividad eléctrica	12
1.5.2. Humedad	13
1.5.3. pH	13
2. OBJETIVOS	14
3. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1. <u>Muestras de miel</u>	15
3.2. <u>Área de estudio</u>	15
3.3. <u>Metodología</u>	18
3.3.1. Determinación de la conductividad eléctrica	18
3.3.2. Determinación de la humedad	19
3.3.3. Determinación del pH	21
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
5. CONCLUSIONES	28
6. REFERENCIAS	29

RESUMEN

Los consumidores cada vez valoran más el consumo de mieles de mielada debido a su valor nutricional y sus propiedades medicinales, que son diferentes a las de las mieles de flores. La composición de la mielada es diferente a la del néctar; de manera general contiene menos glucosa y fructosa además, algunos parámetros físico-químicos como pH, acidez, cenizas, conductividad eléctrica y minerales pueden ser usados para diferenciar las mieles de néctar de las de mielada, o de manera general pueden indicar la presencia de la mielada en la miel. Por otro lado, los valores de estos parámetros pueden variar, dependiendo de factores como el origen geográfico, botánico y condiciones climáticas, lo que conlleva a la existencia de distintos tipos de mieles de mielada dependiendo también de la fuente de los insectos chupadores de las plantas y de las plantas huésped.

Se han analizado 59 muestras de mieles de mielada españolas desde el punto de vista físico-químico y se ha determinado la conductividad eléctrica, humedad y pH. Las mieles presentaron un valor medio de 999 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de conductividad eléctrica, 16,5 % de humedad y 4,74 de pH.

La calidad de la miel está relacionada con su composición. La humedad y el pH son de gran importancia en las mieles de mielada ya que intervienen en la textura, estabilidad y viabilidad de la miel, y por otra parte, la conductividad eléctrica se relaciona con el contenido de sales minerales, ácidos orgánicos y proteínas.

Palabras claves: miel de mielada, parámetros físico-químicos, pH, conductividad eléctrica, humedad y calidad.

ABSTRACT

Consumers are increasingly evaluating more consumption honeydew because of its nutritional value and its medicinal properties, which are different from the honey of flowers. The composition of the honeydew is different from the nectar; generally contains less glucose and fructose and in addition, some physicochemical parameters such as pH, acidity, ash, electrical conductivity and minerals can be used to differentiate between honeys nectar and honeydew honey, or generally these parameters can indicate the presence of the honeydew in honey. On the other hand, the values of these parameters may vary, depending on factors such as geographical and botanical origin, and climatic conditions, which leads to the existence of different types of honeydew honeys also depending on the source of plant-sucking insects and host plants.

Fifty-nine samples of Spanish honeydew honeys were analyzed from the point of view physiochemical and electrical conductivity, moisture and pH were determined. Honeys had an average value 999 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in electrical conductivity, 16.5% in moisture and a pH 4.74.

The quality of honey is related to its composition. Moisture and pH are of great importance in honeydew honeys because they are involved in the texture, stability and viability of honey and, on the other hand, the electrical conductivity is related to the content of mineral salts, organic acids and proteins.

Keywords: honeydew honey, physicochemical parameters, pH, electrical conductivity, moisture and quality.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Miel

La miel es la sustancia natural dulce producida por la abeja *Apis mellifera* a partir del néctar o de las secreciones de las plantas que las abejas recolectan, transforman combinándolas con sustancias específicas propias, depositan, deshidratan, almacenan y dejan en colmenas para que madure (Ministerio de la Presidencia, 2015).

Según su origen, las mieles pueden ser producidas a partir de néctar o de mielada. Las mieles de néctar se consideran monoflorales si en ellas predomina el néctar de una especie, siendo la frecuencia del polen mayor del 45 %, o multiflorales cuando no predomina el néctar de una especie (Piedras y Quiroz, 2007).

En cuanto a la miel de mielada, pueden tener un origen vegetal, formadas a partir de secreciones de partes vivas de plantas (hojas, troncos y frutos jóvenes) entre las que se encuentran la encina, alcornoque, roble, haya, castaño, tilo, sauce, abeto, etc, o bien pueden tener origen animal, formadas a partir de excreciones de insectos chupadores presentes en las partes vivas de éstas (Terrab, 2000).

Según su elaboración o su presentación, las mieles se pueden clasificar en miel en panal, con trozos de panal o panal cortado, escurrida, centrifugada, prensada y filtrada. Además existe la miel para uso industrial, que se utiliza como ingrediente de otros productos alimenticios o medicamentos (Ministerio de la Presidencia, 2015).

1.1.1 Características generales de la miel

La composición de la miel depende de muchos factores como son las especies que han sido cosechadas, la naturaleza del suelo, la raza de la abeja, el estado fisiológico de la colonia, etc. (Escuredo y cols., 2013). Respecto a sus características físicas también varía según dichos factores, así el sabor y el aroma dependen de la planta, el color difiere desde casi incoloro a pardo oscuro y su consistencia puede ser fluida, viscosa y total o parcialmente cristalizada (*Codex Alimentarius Comission*, 2001). La cristalización es un estado natural de las mieles que se presenta cuando los azúcares son liberados en forma de cristales, este proceso, en algunos casos, depende no solo del origen de la planta, sino también de las condiciones en el procesamiento y almacenamiento. Respecto a la viscosidad, esta propiedad depende de la composición

química, el contenido de agua y la temperatura, siendo una viscosidad baja un indicador de adulteración de dicha miel. Por último, la densidad de las mieles debe estar comprendida entre 1,39 y 1,44 kg/L y en cuanto a la rotación óptica, es utilizado este parámetro para diferenciar la miel de néctar, que suele ser levógira, de la miel de mielada, que suele ser dextrógira (Suescún y Vit, 2008).

1.2. Composición y criterios de calidad

En términos generales, la miel se compone de elementos mayoritarios como agua, glucosa, fructosa, maltosa, sacarosa y otros azúcares, y también contiene elementos minoritarios tales como ácidos (glucónico, succínico, málico, oxálico, fórmico y butírico, principalmente), proteínas, aminoácidos, vitaminas, enzimas, minerales y otros componentes, como ésteres volátiles, pigmentos y factores antibióticos (El Sohaimy, 2015).

La calidad de la miel está estrechamente relacionada con su composición. Respecto al contenido de agua, las mieles tanto florales como de mielada, no deben superar el 20 % de contenido de humedad para que sean mieles de calidad, exceptuando la miel de brezo (*Calluna*) y de trébol (*Trifolium*) que pueden tener hasta un 23 % de humedad. Respecto al contenido de azúcares, principalmente fructosa y glucosa, las mieles de mielada o bien mezclas de mielada con mieles de flores, no deben contener menos de 45 g de azúcares en 100 g de miel, y para el resto de mieles florales, no menos de 60 g de azúcares en 100 g de miel. El contenido en sacarosa debe ser menor de 10 g / 100 g en miel de alfalfa (*Medicago sativa*), falsa acacia (*Robinia pseudoacacia*), madreselva (*Lonicera sp.*), banksia de leña (*Banksia menziesii*), eucalipto rojo (*Eucalyptus camaldulensis*) y árbol del cuero (*Eucryphia lucida*), menor de 15 g /100 g de miel en miel de espliego (*Lavandula latifolia*) y borraja (*Borago officinalis*) y por último, para el resto de mieles florales y de mielada el contenido de sacarosa no superar los 5 g /100 g de miel.

El contenido de sustancias minerales en mieles de mielada o mezclas de miel de mielada con miel de flores no debe ser superior al 1 % y en el resto de mieles no debe ser superior al 0,6 % así como la conductividad eléctrica en mieles de mielada, miel de castaño o mezclas de las mismas no debe ser menor de 0,8 mS/cm; mientras que el resto de mieles no deben superar los 0,8 mS/cm (Codex Alimentarius Comission, 2001).

La acidez libre no debe de ser mayor de 50 meq/kg y el intervalo de pH de 3,2 a 5,5 dependiendo del tipo de miel, así las mieles de flores tienen valores menores de pH (Codex Alimentarius Comission, 2001; Jean-Prost y Le Conte, 2007).

La actividad de la enzima diastasa indica el grado de frescura de la miel y según la norma de calidad referente a la miel no debe ser inferior a ocho unidades en la escala de Gothe. Por último, el contenido de hidroximetilfurfural (HMF) no debe ser superior a 40 mg/kg. Sin embargo, en el caso de mieles procedentes de países o regiones de climas tropicales el contenido de HMF no deberá exceder de 80 mg/kg.

La miel comercializada no debe contener ningún ingrediente adicional ni haber comenzado a fermentar o producir efervescencia, no debe calentarse ni elaborarse de manera que se modifique su composición esencial o su calidad y no se debe de utilizar tratamientos químicos o bioquímicos para influir en la cristalización de la miel (Codex Alimentarius Comission, 2001).

1.3. Miel de mielada

1.3.1. El mielato o mielada: tipos y formación

La mielada o mielato es la sustancia azucarada producida por algunos insectos chupadores (Hemípteros del Orden *Rynchota*), procedente de partes vivas de ciertas plantas como las encinas, alcornoques, robles, hayas, castaños, tilos, sauces, abetos, etc. La mielada vegetal consiste en la savia que sale al exterior, impulsada por la presión interna de la planta, después de recibir la picadura de estos insectos. La mielada animal, en cambio, se produce como consecuencia del exceso de alimento, que toman los citados insectos, los cuales eliminan el sobrante, después de una serie de transformaciones digestivas, depositándolo sobre el mismo vegetal.

Las abejas succionan mediante su aparato bucal gotitas de esta mielada que van almacenando en una primera cavidad del aparato digestivo llamado “estómago o saco de la miel”, separado del resto del digestivo. Cuando el saco de la miel está lleno, la abeja regresa al nido y transfiere la carga de miel a la obrera doméstica, que se encarga de concentrarlo y depositarlo convenientemente en los panales. Los azúcares contenidos en la mielada se transforman poco a poco bajo la acción de sucesivos aportes de saliva que tienen lugar en los múltiples pasos que se producen de abeja a

abeja. Finalmente, una última abeja deposita el contenido de su buche en una celda, donde es resuccionada varias veces y se concentra, posteriormente durante varios días el líquido va perdiendo agua hasta alcanzar el 70-80 % de los azúcares y conseguir una humedad de un 20 %, aproximadamente. Una vez concentrada la miel, ésta se protege con un opérculo de cera. Además de esta concentración, los azúcares sufren una transformación donde la sacarosa al reaccionar con el agua, da lugar a una mezcla de glucosa y fructosa bajo la acción de la enzima invertasa o sacarasa, incorporada por la saliva de las abejas (Terrab, 2000).

1.3.2. Beneficios de la miel

En algunas regiones, especialmente en Europa Central y Oriental, la miel de mielada es altamente valorada, ya que es considerada más beneficiosa para la salud que la miel de néctar (González-Paramas y cols., 2007).

A nivel nutricional, la miel tanto de mielada como de néctar, aporta un beneficio a la salud por su valor nutritivo puesto que es un alimento de alto valor calorífico fácilmente asimilable y digerible (Tabla 1). La miel es una importante fuente de energía debido a la influencia que ejerce en la asimilación del calcio y del magnesio, además de ser rica en la mayoría de los elementos minerales esenciales para el organismo humano (Ulloa y cols., 2010).

Tabla 1. Valor nutricional de la miel (Jean-Prost y Le Conte, 2007)

Valor nutricional por cada 100 gramos	
ENERGÍA	1272 kJ (304 kcal)
Hidratos de Carbono	82,4 g
Azúcares	82,12 g
Fibra dietética	0,2 g
Grasa	0 g
Proteína	0,3 g
Agua	17,10 g
Riboflavina (vitamina B2)	0,038 mg
Niacina (Vitamina B3)	0,121 mg
Ácido pantoténico (B5)	0,068 mg
Vitamina B6	0,024 mg
Folato (vitamina B9)	2 g
Vitamina C	0,5 mg
Calcio	6 mg
Hierro	0,42 mg
Magnesio	2 mg
Fósforo	4 mg
Potasio	52 mg
Sodio	4 mg
Zinc	0,22 mg

Respecto al beneficio que ejerce en la salud, varios estudios han demostrado que la actividad antioxidante y antibacteriana de la miel de mielada es mayor que en las mieles de néctar (Beretta y cols., 2005). Esta actividad antioxidante se relaciona con la capacidad para reducir reacciones oxidativas en el cuerpo, las cuales pueden producir efectos perjudiciales en los alimentos y el organismo, como enfermedades crónicas.

La miel de mielada presenta un alto contenido en compuestos fenólicos, principalmente flavonoides y ácidos fenólicos, los cuales participan en el sistema antioxidante de la miel, junto con una variedad de compuestos nitrogenados (alcaloides, derivados de la clorofila, aminoácidos y aminos), carotenoides y vitamina C, (Gutiérrez y cols., 2008). Vit y cols. (2008) sugieren que las propiedades antioxidantes de la miel están relacionadas con su color y contenido de humedad, ya que muchos de los pigmentos que contiene, tales como carotenoides y flavonoides, presentan

también actividad antioxidante, y el contenido de agua de la miel puede determinar el grado de acumulación de compuestos antioxidantes solubles en agua. Algunos estudios han puesto de manifiesto que la incorporación de estos compuestos fenólicos en la dieta limita la posibilidad de desarrollar cáncer, enfermedades cardiovasculares, enfermedades neurodegenerativas, diabetes y osteoporosis (Scalbert y cols., 2005; Nandakumar y cols., 2008). Además, se ha observado que protegen los constituyentes celulares contra el daño oxidativo y limitan el riesgo de desarrollar enfermedades degenerativas asociadas al estrés oxidativo, como el Alzheimer (Valente y cols., 2009).

En la Península Ibérica, los principales productores de miel de mielada son la encina (*Quercus ilex*) y el roble (*Quercus sp.*) (Castro-Vázquez y cols., 2006). En el mielato de la miel de mielada de *Quercus* se ha detectado quercitol, un ciclitol que se ha empleado para la diferenciación de estas mieles (Sanz y cols., 2004; 2005), el quercitol tiene actividad inhibidora de la enzima glucosidasa, bloqueándola reversiblemente en la mucosa intestinal, produciendo un retraso en la absorción y metabolismo de los hidratos de carbono complejos y reduciéndose así los valores de glucemia postprandial (Chaves y cols., 2001; Ogawa y cols., 2005). Además, la presencia de este ciclitol es también beneficiosa para la salud ya que dichos compuestos poseen actividad antirradical en el organismo (Orthen y cols., 1994).

Por otro lado, la miel de mielada tiene propiedades antibacterianas más destacadas que la miel floral (Cruzado y cols., 2007) y estas propiedades fueron atribuidas a una sustancia llamada inhibina (Avilés y cols., 2009). También, la miel de mielada, al contener mayor concentración de oligosacáridos que las mieles florales, presentan un aumento del potencial prebiótico en el intestino humano (Sanz y cols., 2005).

Los constituyentes minerales de la miel le confieren propiedades terapéuticas, si se administra por vía oral, la miel puede curar o mitigar los trastornos intestinales, úlceras de estómago, males de garganta, y ciertas afecciones cardíacas, ya que aumenta el contenido de hemoglobina en sangre y el vigor muscular (Jean-Prost y Le Conte, 2007). También regula los niveles de azúcar en sangre, reduce el estrés metabólico, promueve la recuperación del sueño, posee un efecto laxante suave por lo que se puede usar contra el estreñimiento, mejora la función cerebral al ayudar a absorber el calcio en el organismo, es beneficiosa para el ciclo menstrual ya que regula

los procesos hormonales y es estimulante del sistema inmunitario (Fessenden, 2014). Si se administra externamente puede curar quemaduras, heridas y afecciones rinofaríngeas, se utiliza contra el acné y otros problemas cutáneos debido a su acción antimicrobiana o bien se puede utilizar para suavizar la piel y labios secos (Jean-Prost y Le Conte, 2007; Fessenden, 2014). Por último, en inyección intravenosa, es útil combatiendo la ictericia, problemas en la eliminación de orina, pruritos, y también regula el ritmo cardíaco (Jean-Prost y Le Conte, 2007).

1.4. Mieles de mielada vs mieles florales

En las últimas décadas, la aplicación de metodologías analíticas en la determinación de los parámetros fisicoquímicos de las mieles han permitido establecer diferencias entre mieles florales y de mielada (Tabla 2) (Marini y cols., 2004). Así, el pH, acidez, conductividad eléctrica, contenido en ceniza, color, actividad diastasa y la concentración de azúcares como melecitosa y glucosa, se han considerado parámetros útiles para la diferenciación de los dos tipos de mieles (Campos y cols., 2001). Sólo un parámetro no es capaz de diferenciar entre mieles de mielada y florales, el contenido de prolina fue considerado por Biinio en 1971 como un buen indicador del origen de la miel, pero décadas más tarde se comprobó que la variabilidad en la concentración de prolina no dependía sólo del origen de la miel. A pesar de no ser un parámetro significativo, las mieles de mielada suelen tener una concentración de prolina mayor que las mieles de flores (Sánchez y cols., 2001; Ouchemoukh y cols., 2007).

Diversos estudios han puesto de manifiesto que las mieles de mielada tienen una mayor conductividad eléctrica, así como valores de pH, acidez y contenido de cenizas más altos, que las mieles florales (Golob y Plestenjak, 1999; Terrab y cols., 2003; Ouchemoukh y cols., 2007; Vela y cols., 2007). También presentan menor concentración de glucosa y fructosa y mayores niveles de oligosacáridos. Se encontraron diferencias significativas en el color de las mieles, siendo más oscuras las mieles de mielada (Terrab y cols., 2003; Marini y cols., 2004; González-Miret y cols., 2007). Otros estudios, correlacionaron el color de las mieles, tanto de mielada como de flores, con la capacidad antioxidante y el contenido en compuestos fenólicos (McKibben y Engeseth, 2002). Además, las mieles de mielada tienen una mayor concentración de HMF (Terrab y cols., 2002; Turhan y cols., 2008).

Las actividades diastasa e invertasa se utilizan comúnmente en Europa como una medida de la frescura de la miel, siendo la invertasa en la miel de mielada significativamente mayor que la actividad encontrada en mieles de flores, sin embargo, no se observaron diferencias significativas en la actividad de la diastasa de ambos tipos de mieles (Persano Oddo y cols., 1999; Serrano y cols., 2007).

La composición de azúcar se ha utilizado para clasificar mieles atendiendo a su origen botánico (Cotte y cols., 2004) o la procedencia geográfica (Gómez-Báñez y cols., 2000). Las mieles de mielada tienen significativamente valores más altos de melecitosa, trehalosa e isomaltosa, y valores más bajos de glucosa, fructosa, turanosa, y maltosa que las mieles de flores y no se encuentran diferencias significativas en la sacarosa (Golob y Plestenjak, 1999; Persano Oddo y Piro, 2004). Según Soria y cols. (2004), la suma de glucosa más fructosa es también una variable discriminatoria utilizada para distinguir entre las mieles florales y de mielada.

Tabla 2. Parámetros de calidad de mieles florales y de mielada.

PARÁMETROS	MIELES FLORALES					MIEL DE MIELADA
	Cítrico	Romero	Lavanda	Eucalipto	Brezo	
Humedad (%) ^(1,2)	16	19	16	17	18	20
pH ⁽¹⁾	3,5	3,9	3,9	3,7	4,45	4,2
Acidez (meq/kg) ^(1,2)	30	25	28	28	33	50
Cenizas (%) ⁽³⁾	0,07	0,1	0,2	0,22	0,5	0,75
Conductividad (μS/cm) ⁽³⁾	240	172	269	720	976	1700
Fructosa (%) ^(4,2)	38	36	37	38	37	32
Glucosa (%) ^(4,2)	31	31	30	30	29	26
Sacarosa (%) ^(4,2)	0,1	1,6	0,8	0,1	0,06	0
Maltosa (%) ^(4,2)	4	4,4	3,4	4	3,6	2
Melecitosa (%) ^(4,2)	0	0	0	0	0	1,5
K (mg/L) ⁽⁵⁾	237	274	325	476	870	825
Mg (mg/L) ⁽⁵⁾	11	14	23	29	57	84
Ca (mg/L) ⁽⁵⁾	50	47	90	90	50	69
Fe (mg/L) ⁽⁵⁾	2,8	2,4	2,8	1,8	4,4	4,3
P (mg/L) ⁽⁵⁾	49	61	75	74	154	156
Color ⁽⁶⁾	Amarillo	Amarillo	Pardas	Marrón	Oscura	Oscura

1. Terrab y cols. (2002a). *Food Chemistry* 79: 373-379.

2. Mateo y Bosch-Reig (1998). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46: 393-400.

3. Terrab y cols. (2003). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 83: 637-643.

4. Terrab y cols. (2001). *Journal of the Science of Food Agriculture* 82: 179-185.

5. González-Miret y cols. (2005). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 2574-2580.

6. Terrab y cols. (2002b). *Food Science and Technology International* 8: 189-195.

1.5. Parámetros de calidad

1.5.1. Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica es una medida de la capacidad de una disolución para transmitir la corriente eléctrica. Las disoluciones de electrolitos conducen la corriente eléctrica por la emigración de iones bajo la influencia de un campo eléctrico, siguiendo la Ley de Ohm, siendo la conductividad eléctrica la suma de todos los iones presentes. Este parámetro depende de la temperatura, y un aumento produce un

aumento de la conductancia, por lo que es una variable experimental que tiene que controlarse (Terrab, 2000).

La conductividad eléctrica de la miel está relacionada fundamentalmente con la concentración de sales minerales, ácidos orgánicos, proteínas y polioles, y es una medida relacionada significativamente con el contenido en cenizas de la miel (Yücel y Sultanoglu, 2013) y con el color, siendo las mieles más oscuras las que presentan un contenido mineral más alto (Escuredo y cols., 2013). Este parámetro es muy útil para clasificar las mieles por su origen floral, diferenciando entre mieles florales y de mielada (Karabagias y cols., 2014).

1.5.2. Humedad

La humedad natural de la miel en panal es la que corresponde al agua de la mielada que queda después del proceso de maduración. Su concentración está, por lo tanto en función de su origen botánico y del nivel de maduración alcanzado en la colmena, además de las condiciones climatológicas, procesamiento, las técnicas y las condiciones de almacenamiento (Yücel y Sultanoglu, 2013; Karabagias y cols., 2014). El contenido de humedad es un parámetro importante, puesto que influye en las propiedades físicas de la miel tales como la viscosidad y cristalización, así como en otros parámetros como el color, sabor, gusto y conservación (Escuredo y col., 2013).

El porcentaje de humedad en la miel oscila entre el 14 y 22 %. Las mieles con valores superiores sólo se pueden destinar a la elaboración de productos industriales (Ministerio de la Presidencia, 2015).

1.5.3. pH

El pH en la miel se ve afectado por el contenido en sales minerales, especialmente en potasio, sodio y calcio. La acidez es un parámetro de calidad importante ya que su acción es proteger a la miel de los ataques microbianos y contribuye en sus características sensoriales. Un nivel de pH entre 3,2 y 4,5 es la acidez normal de la miel para inhibir el crecimiento de microorganismos (Karabagias y cols., 2014).

Existe una gran variabilidad en la composición cualitativa y cuantitativa de la fracción ácida, debido a los diferentes ácidos orgánicos de la miel. Se pueden distinguir tres tipos de acidez: láctica, libre y total. La relación acidez láctica/acidez libre es la que más orienta sobre el origen botánico de la miel floral o de mielada (Terrab,

2000; Mato y cols., 2006). La acidez libre se constituye por la presencia de ácidos orgánicos en equilibrio tales como las lactonas, ésteres e iones inorgánicos de la miel, y es un parámetro importante relacionado con el deterioro de la miel (Moreira y cols., 2007).

El ácido predominante es el ácido glucónico y su presencia en la miel se origina a partir de la glucosa oxidasa, que las abejas incorporan durante la maduración (Karabagias y cols., 2014). Además de ácido glucónico, el ácido cítrico está también presente y la concentración de ambos también se utiliza como parámetro para diferenciar las mieles de tipo floral de las de mielada (Mato y cols., 2006).

2. OBJETIVOS

La miel de mielada, es un alimento de origen natural que presenta diferencias en su composición y características con respecto a las mieles de néctar. Estas diferencias se deben principalmente a su proceso de formación y elaboración a partir de las secreciones de la planta y a su origen geográfico y botánico.

El estudio de parámetros físico-químicos en mieles de mielada está adquiriendo interés no sólo por el papel que desempeñan en la calidad final de las mismas y en los beneficios nutricionales y terapéuticos para la salud humana, sino por la utilidad que presentan para la caracterización y diferenciación entre mieles de origen floral y de mielada.

El objetivo del presente trabajo ha sido realizar el estudio de pH, conductividad eléctrica y humedad, parámetros físico-químicos que permiten clasificar las mieles como de mielada.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Muestras de miel

En este trabajo se han analizado 59 muestras de mieles de mielada procedentes de diferentes regiones y comarcas de la Península Ibérica. La mayoría de muestras pertenecen a especies de robles y encinas, y una minoría pertenece a diferentes especies de bosque, habiendo sido todas ellas proporcionadas directamente por los apicultores dedicados a la producción de este tipo de miel y recolectadas durante el año 2014 (Tabla 3).

Las muestras se almacenaron en refrigeración a 4 -5 °C hasta su análisis. La Tabla 3 muestra la procedencia de las mismas declarada por los apicultores, aunque en algunos casos no ha sido posible.

3.2. Área de estudio

Las muestras de este estudio fueron recolectadas en comarcas de Extremadura (Cáceres), de Castilla y León (Salamanca, Zamora, Ávila, Burgos y León), de Castilla la Mancha (Ciudad Real, Toledo y La Mancha), de Asturias, y también en Granada, en Ourense y Zaragoza (Figura 1).

Tabla 3. Procedencia de las muestras de miel analizadas

Muestras	Comarca	Provincia
1	Robleda	Salamanca
2	El Payo	Salamanca
3	Navasfrías	Salamanca
4	Casillas de Fl.	Salamanca
5	-	Zamora
6	-	Salamanca
7	Ibias	Asturias
8	-	Cáceres-Sa.
9	-	Cáceres-Sa.
10	Agudo	Ciudad Real
11	Abenojar	Ciudad Real
12	Pelahustan	Toledo
13	Navamorcuende	Toledo
14	Aldeacentenera	Cáceres
15	Bonilla de la Si.	Ávila
16	Talayuela	Cáceres
17	Almodóvar Campo	Ciudad Real
18	Brozas	Cáceres
19	Lanjarón	Granada
20	Lanjarón	Granada
21	Calvos de Ra.	Ourense
22	-	Burgos
23	-	Burgos
24	-	Ourense
25	-	Ourense
26	-	Ourense
27	Tobed	Zaragoza
28	-	Salamanca
29	-	La Mancha
30	-	Ourense
31	-	León
32	-	Zamora

Muestras	Comarca	Provincia
33	-	Zamora
34	-	Cáceres
35	-	Cáceres
36	-	Ávila
37	-	Ourense
38	-	Zamora
39	-	Castilla-león
40	-	Castilla-león
41	-	León
42	-	Ávila
43	-	Cáceres-Sa.
44	-	Cáceres-Sa.
45	-	León
46	-	Cáceres
47	El Barco de Áv.	Cáceres
48	-	Cáceres-Sa.
49	-	León
50	-	León
51	Sanabria	Zamora
52	-	Cáceres-Sa.
53	-	Cáceres-Sa.
54	-	Cáceres-Sa.
55	-	León
56	-	Cáceres-Sa.
57	-	Cáceres-Sa.
58	-	Cáceres-Sa.
59	-	Cáceres-Sa.

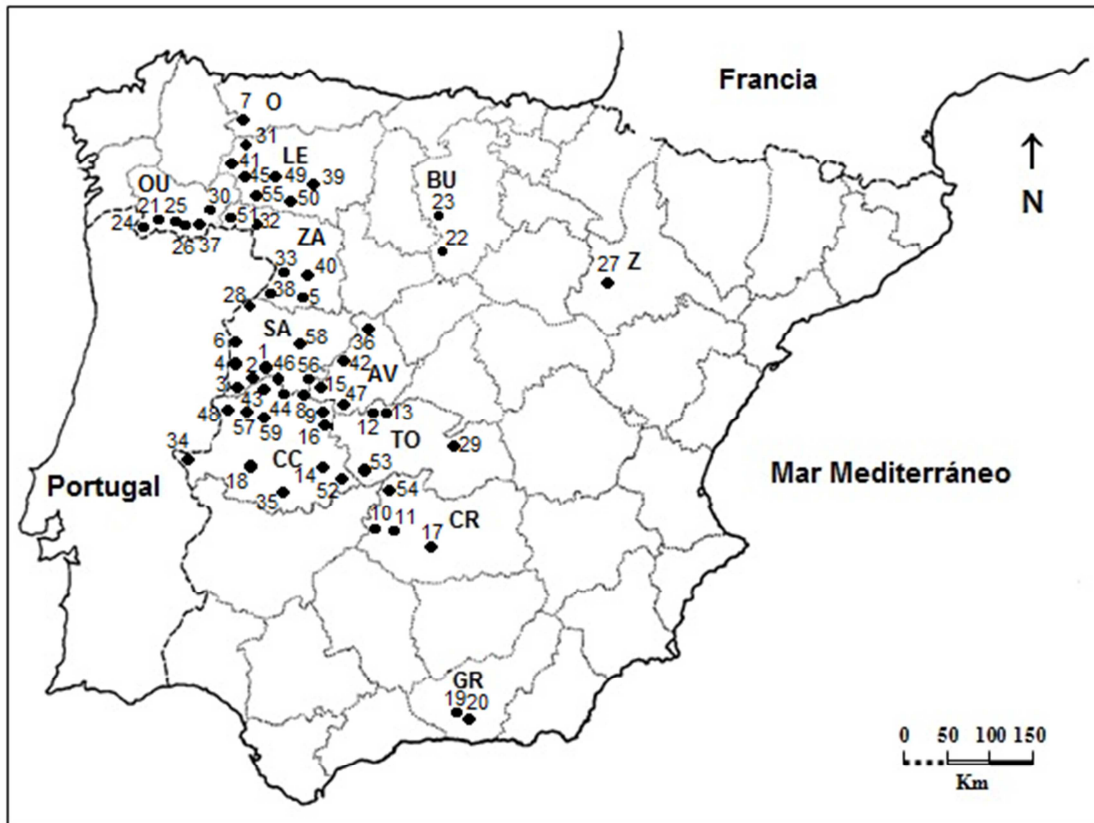


Figura 1. Mapa con los puntos de muestreo (muestras numeradas del 1 al 59 correspondiendo a su lugar de procedencia)

3.3. Metodología

3.3.1. Determinación de la conductividad eléctrica

Fundamento:

Para determinar la conductividad eléctrica en las muestras de miel de mielada se ha seguido el método oficial de la AOAC (2006), basado en la medida de la conductividad de una disolución de miel al 20 % de materia seca a una temperatura de 20 °C.

Materiales y aparatos:

- Conductímetro EC-Meter GLP 31 CRISON (Figura 2).
- Disoluciones patrón de calibración (CRISON).
- Agua ultrapura milliQ (Mili-Q, Millipore®).
- Balanza analítica.
- Vasos de precipitados y matraces aforados de 50 ml.



Figura 2. Conductímetro EC-Meter GLP 31

Procedimiento:

El conductímetro se calibró ajustando los valores de conductividad (instrumento-célula) con disoluciones patrón. Se realizó a tres puntos, utilizando patrones con 147 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 12880 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (12,88 mS/cm) de conductividad. Para la medida de la conductividad de la miel se pesaron 10 g de muestra y se disolvieron en 50 mL de agua ultrapura milliQ. Se midió la conductividad en esta disolución y los resultados se expresan en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

3.3.2. Determinación de la humedad

Fundamento:

El contenido de agua de la miel se determinó siguiendo el método oficial AOAC (2006), basado en la medida del índice de refracción de la miel a 20 °C. El índice de refracción se midió con un refractómetro de Abbe y la lectura se convirtió en contenido de humedad (%) con la tabla de Chataway (1932) revisada por Wedmore (1955).

El índice de refracción de una muestra es un valor que relaciona el ángulo de incidencia de un rayo luminoso sobre esa muestra con el ángulo de refracción y mide el cambio de dirección que se produce cuando un rayo de luz pasa a través de la sustancia problema. La muestra de miel se coloca en muy pequeña cantidad y se hace pasar la luz a través de ella mediante un espejo debidamente orientado, la luz reflejada es enviada hacia un tubo telescópico hasta que una sombra negra coincida

con la intersección del filamento indicador. Una escala graduada marca el valor del índice de refracción, comprendido entre 1,3330 (agua ultrapura) y 1,7000.

Materiales y aparatos:

- Refractómetro de Abbe digital (Figura 3).
- Agua ultrapura milliQ (Mili-Q, Millipore®) para limpieza del refractómetro y calibración.



Figura 3. Refractómetro de Abbe

Procedimiento:

Se mide el índice de refracción de la muestras de miel a 20 °C.

Cálculos:

Según la tabla de Wedmore (1955) y el método oficial de la AOAC (2006), la lectura del índice de refracción se convierte en contenido de humedad expresado en tanto por ciento (p/p) mediante dicha tabla (Tabla 4). Si la medida del índice de refracción no se efectúa a 20 °C exactamente, se efectúan correcciones, así para temperaturas superiores a 20 °C se añade 0,00023 por °C, y para temperaturas inferiores a 20 °C se resta 0,00023 por °C.

**Tabla 4. Tabla de conversión del índice de refracción al contenido de humedad
(Chataway ,1932; revisada por Wedmore, 1955)**

Índice de Refracción a 20 °C	% de Humedad	Índice de Refracción a 20 °C	% de Humedad	Índice de Refracción a 20 °C	% de Humedad
1.5044	13.0	1.4935	17.2	1.4830	21.4
1.5038	13.2	1.4930	17.4	1.4825	21.6
1.5033	13.4	1.4925	17.6	1.4820	21.8
1.5028	13.6	1.4920	17.8	1.4815	22.0
1.5023	13.8	1.4915	18.0	1.4810	22.2
1.5018	14.0	1.4910	18.2	1.4805	22.4
1.5012	14.2	1.4905	18.4	1.4800	22.6
1.5007	14.4	1.4900	18.6	1.4795	22.8
1.5002	14.6	1.4895	18.8	1.4790	23.0
1.4997	14.8	1.4890	19.0	1.4785	23.2
1.4992	15.0	1.4885	19.2	1.4780	23.4
1.4987	15.2	1.4880	19.4	1.4775	23.6
1.4982	15.4	1.4875	19.6	1.4770	23.8
1.4976	15.6	1.4870	19.8	1.4765	24.0
1.4971	15.8	1.4865	20.0	1.4760	24.2
1.4966	16.0	1.4860	20.2	1.4755	24.4
1.4961	16.2	1.4855	20.4	1.4750	24.6
1.4956	16.4	1.4850	20.6	1.4745	24.8
1.4951	16.6	1.4845	20.8	1.4740	25.0
1.4946	16.8	1.4840	21.0	-	-
1.4940	17.0	1.4835	21.2	-	-

3.3.3. Determinación del pH

Fundamento:

Los procedimientos aplicados al estudio del pH y acidez de la miel son fundamentalmente potenciométricos, y siempre sobre materia húmeda. La medida del pH se ha llevado a cabo según el método oficial de la AOAC (2006), que es el método oficial en España (Ministerio de la Presidencia, 2015).

Materiales y aparatos:

- pHmetro Crison GLP 22 (Figura 4).
- Disoluciones patrón para calibración (con valores de pH de 4 y 7).
- Disolución KCl 4 M.
- Matraces aforados de 100 ml.
- Vasos de precipitados de 50 ml.
- Agua ultrapura milliQ (Mili-Q, Millipore®).

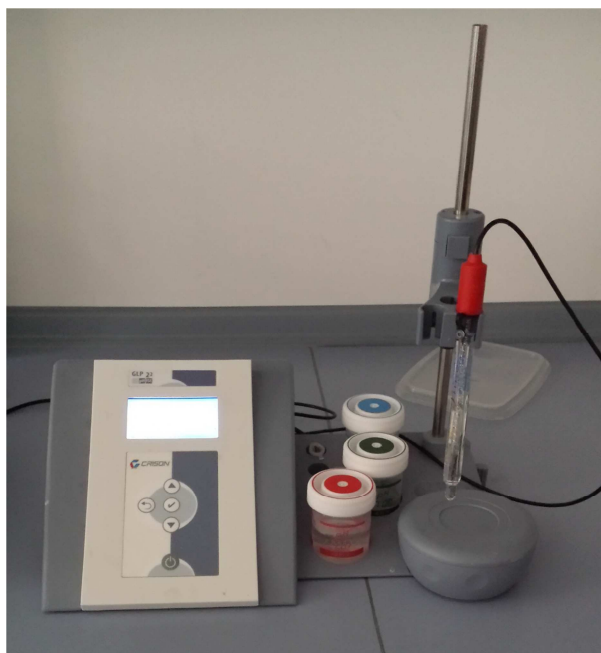


Figura 4. pHmetro Crison GLP 22

Procedimiento:

Una vez calibrado correctamente el pHmetro se procedió a las medidas de pH de las muestras. Para ello se pesaron 10 g de miel y se disolvieron homogéneamente con agua ultrapura milliQ y se aforaron a 100 ml en matraz aforado. Se midió el pH en estas disoluciones.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos y expresados como media se recogen en la Tabla 5.

Tabla 5. Resultados en las muestras de miel de mielada analizadas.

Nº de muestra	Conductividad eléctrica ($\mu\text{S/cm}$)	Humedad (%)	pH
1	988	14,4	4,86
2	950	16,4	4,71
3	1007	16,6	4,58
4	1188	18,0	4,76
5	979	16,6	4,82
6	850	14,2	4,61
7	843	18,4	4,59
8	842	15,0	4,89
9	1126	15,6	4,80
10	812	14,2	4,40
11	811	15,6	4,53
12	881	13,4	4,80
13	1041	15,6	4,80
14	1077	14,0	4,86
15	818	13,6	4,65
16	892	13,4	4,55
17	852	15,0	4,51
18	762	16,6	4,34
19	1228	15,4	4,84
20	1167	14,4	4,76
21	1104	17,2	5,05
22	791	16,4	4,81
23	1363	16,6	5,06
24	978	16,2	5,14
25	1110	20,0	4,96
26	1099	18,0	4,93
27	1078	17,2	4,53
28	828	15,8	4,68
29	812	16,4	4,77
30	1232	16,2	4,80
31	1118	17,8	4,82
32	1161	15,6	4,87
33	1197	15,6	4,89
34	1054	16,8	4,70
35	1050	16,4	4,75
36	1062	16,4	4,90
37	992	16,4	4,72
38	1088	17,0	4,88

Nº de muestra	Conductividad eléctrica ($\mu\text{S/cm}$)	Humedad (%)	pH
39	1047	17,0	4,71
40	1017	15,0	4,70
41	783	18,2	4,56
42	1188	15,8	5,01
43	946	17,4	4,48
44	909	15,0	4,57
45	735	18,6	4,56
46	915	18,8	4,35
47	1064	16,8	4,84
48	765	16,8	4,43
49	1019	18,2	4,65
50	1064	17,2	4,88
51	1159	18,2	4,90
52	1110	17,0	4,86
53	908	17,4	4,53
54	908	19,4	4,69
55	1032	17,4	4,89
56	1031	19,0	4,67
57	1172	18,2	4,90
58	894	17,0	4,73
59	1048	18,0	4,76
Media	999	16,5	4,74
Desviación Estándar	143	1,5	0,18
Valor mínimo	735	13,4	4,34
Valor máximo	1363	20,0	5,14

Como se observa en la Tabla 5, las muestras de mieles de mielada presentaron un rango de conductividad eléctrica entre **735 y 1363 $\mu\text{S/cm}$** , con un valor medio de **999,02 \pm 143,20 $\mu\text{S/cm}$** .

En la Figura 5 se ha representado gráficamente los resultados obtenidos en función de la distribución de las muestras por rangos según su conductividad eléctrica y se observa que la mayoría de las muestras analizadas presentan valores por encima de $800 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ siendo éste el límite mínimo de calidad establecido por la legislación Europea (El Consejo de la Unión Europea, 2002) y la Norma Internacional de los alimentos según la OMS (*Codex Alimentarius Comission*, 2001) para las mieles de mielada.

Sólo cinco muestras (18, 22, 41, 45 y 48) presentaron valores inferiores a 800 pero superiores a 730 $\mu\text{S/cm}$. Estos valores pueden deberse a factores climatológicos

durante la recolección, al origen botánico, etc., ya que la conductividad eléctrica está relacionada con el origen del néctar y de la miel.

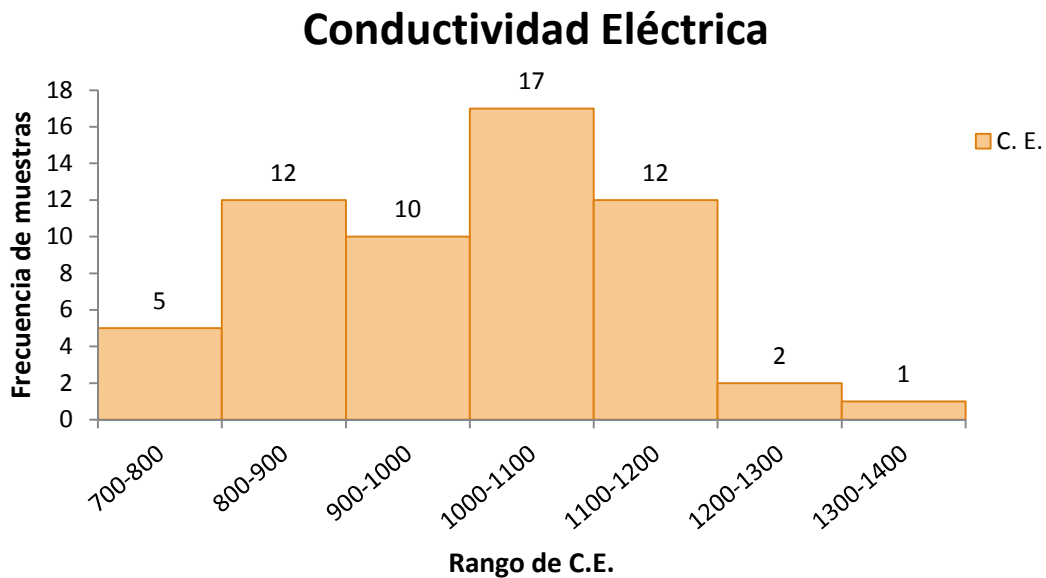


Figura 5. Distribución de las muestras por conductividad eléctrica (μS/cm).

Respecto a los resultados de humedad, el rango de valores oscila entre el **13 y 20 %**, con un valor medio de **16,5 ± 1,5 %**. Todas las muestras presentan valores menores al 20 % en contenido de humedad. Según los parámetros de calidad del Consejo de la Unión Europea (2002) y del *Codex Alimentarius Commission* (2001), cualquier tipo de miel no debe superar el 20 % de humedad excepto las mieles de brezo y de trébol. En la Figura 6 se representa la gráfica de distribución de las muestras según el rango de humedad.

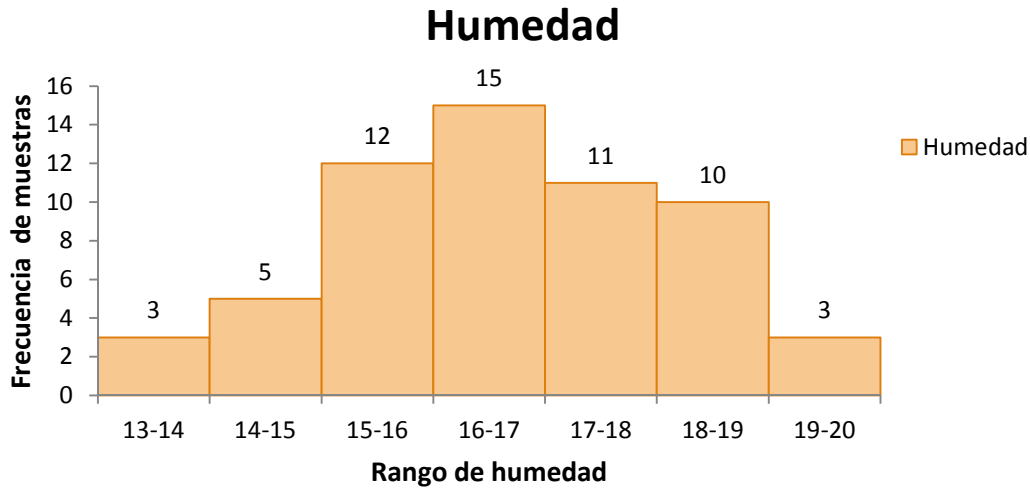


Figura 6. Distribución de las muestras por humedad %.

En cuanto al pH, las mieles presentaron un mínimo de pH de **4,34** y un máximo de **5,14**; con un valor medio de **4,74 ± 0,18**. Según el *Codex Alimentarius Commission* (2001), el rango de pH establecido como óptimo para mieles florales es de 3,5 a 4,1 y para las mieles de mielada de 3,95 a 5,15, por lo que todas las muestras analizadas están dentro del rango óptimo para ser consideradas mieles de calidad. En la Figura 7, se representa la gráfica de distribución de las muestras según dicho valor de pH.

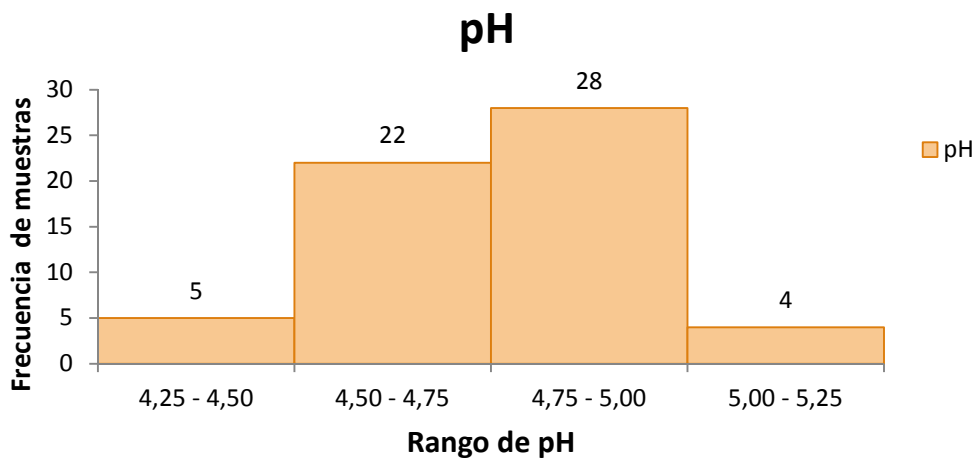


Figura 7. Distribución de las muestras por pH.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos en estudios realizados por diferentes autores. Así, Shantal y cols (2015) analizaron nueve parámetros físico-químicos (humedad, conductividad eléctrica, pH, HMF, actividad diastásica, color, fenoles, flavonoides y actividad antioxidante) en 32 muestras de mieles de mielada de *Quercus sp.* recogidas durante distintos años en el noroeste de España. El contenido de humedad fue de $17,4 \pm 0,9$ %, con un rango de 15,5 a 19,8 % y el pH de 4,1 a 5,0. Respecto a la conductividad eléctrica todas ellas presentaron un valor por encima de 800 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Igualmente se comprobó estadísticamente la relación entre la composición fisicoquímica de las mieles y las condiciones climatológicas durante la producción.

Escuredo y cols. (2013) evaluaron la humedad en 187 muestras de mieles de mielada del noroeste de España, y dichos contenidos variaron del 16,9 al 18,0 %, con un promedio del 17,6 % de humedad.

En estudios previos realizados en el mismo grupo de investigación de la Facultad de Farmacia donde se han llevado a cabo estos análisis, se analizaron mieles monoflorales de *Euphorbia resinífera* de la zona de Marruecos y se determinaron los parámetros de calidad. Estas muestras presentaron valores de conductividad eléctrica por debajo de 700 $\mu\text{s}/\text{cm}$ siendo el valor medio de 451 ± 77 $\mu\text{s}/\text{cm}$, $4,20 \pm 0,12$ de pH y con un $17,40 \pm 1,10$ % de humedad (Partida, 2015). La conductividad y el pH son parámetros que permiten clasificar las mieles de mielada y de flores.

5. CONCLUSIONES

Las mieles de mielada son cada vez más valoradas por los consumidores debido a su valor nutricional y sus propiedades medicinales. Las principales fuentes productoras de mielada son las encinas y robles las cuales se caracterizan por tener una distribución Atlántica-Mediterránea. En el presente Trabajo Fin de Grado se ha realizado un estudio físico-químico de las mieles de la zona noroeste de España.

De los resultados obtenidos se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. Se ha medido la conductividad eléctrica por conductimetría obteniéndose un rango de 735 a 1363 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con un valor medio de 999 $\mu\text{S}/\text{cm}$. El valor del pH medido por potenciometría fue de 4,74 con un rango de 4,34 a 5,14. En cuanto a la humedad, se midió por refractometría a 20 °C obteniéndose un rango de 13,4 a 20,0 % con un valor medio de 16,5 %.
2. Las muestras presentaron valores dentro de los márgenes establecidos por la Normativa Relativa a la calidad de la miel. Destacando los valores altos de conductividad eléctrica y pH, lo que puede permitir su clasificación en mieles de mielada.

6. REFERENCIAS

- Association of Official Analytical Chemists International (AOAC). In: Horwitz W. (Ed.). Official Methods of Analysis, 18^a ed. 2006; 44: 25-37.
- Avilés Pérez HA, Matos Chamorro, A. Análisis Comparativo de la Calidad Fisicoquímica, Microbiológica y Organoléptica de la Miel de Abeja (*Apis mellifera*) Producida en Diferentes Regiones de Perú. Revista de Investigación Universitaria N° 1. Universidad Peruana Unión. 2009; 1: 5-11.
- Beretta G, Granata P, Ferrero M, Orioli M, Facino RM. Standarization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric/fluorimetric assays and chemometrics. Anal Chim Acta. 2005; 533: 185-191.
- Biinio, L. Ricera di alcuni aminoacidi in due varietà di miele. Riv Ital Essenze Profumi. 1971; 53(2): 80-84.
- Campos G, Della Modesta RC, Da Silva TJP, Raslan DS. Comparison of some components between floral honey and honeydew honey. Rivista do Instituto Adolfo Lutz. 2001; 60: 59–64.
- Castro-Vazquez L, Díaz-Maroto MC, Pérez-Coello, MS. Volatile composition and contribution to the aroma of Spanish honeydew honeys. Identification of a new chemical marker. J Agr Food Chem. 2006; 54: 4809–4813.
- Chataway HD. Determination of moisture in honey. Can J Res. 1932; 6: 532-547.
- Chaves-Ortiz R, De la Vega R, de la Vega E. Hipoglucemiantes orales: Propiedades farmacológicas y usos terapéuticos. Revista Postgrado de la Cátedra VI^a Medicina. 2001; 106: 8-12.
- Codex Alimentarius Comission (F.A.O. & W.H.O.). Standard for Honey. CODEX STAN 12-1981, Rev.1 (1987), Rev.2 (2001). [Consultado en Marzo 2015]. Disponible en: http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCODEX%2BSTAN%2B12-1981%252Fcxs_012e.pdf
- Cotte JF, Casabianca H, Chardon S, Lheritier J, Grenier-Loustalot MF. Chromatographic analysis of sugars applied to the characterization of monofloral honey. Analytical Bio Chemistry. 2004; 380: 698–705.

- Cruzado L, Gutiérrez DP, Ruiz SG. Ensayo químico y efecto de antibiosis in vitro de la miel de abeja sobre microorganismos grampositivos y gramnegativos. Revista Médica Vallejiana Nº 2. 2007; 4: 95-108.
- El Consejo De La Unión Europea. Directiva 2001/110/CE Del Consejo de 20 diciembre de 2001 relativa a la miel. Bruselas: Diario Oficial de las Comunidades Europeas; 2002. L 10: 47-52.
- El Sohaimy SA, Masry SHD, Shehata MG. Physicochemical characteristics of honey from different origins. Ann Agric Sci. 2015; 60(2): 279-287.
- Escuredo O, Míguez M, Fernández-González M, Seijo MC. Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area. Food Chem. 2013; 138:851-856.
- Fessenden R. The New Honey Revolution. Restoring the health of the future generations. 1ª ed. USA: Xulon Press; 2014.
- Golob T, Plestenjak A. Quality of Slovene honey. Food Technol Biotech. 1999; 37(3): 195–201.
- Gómez Bárez JA, García Villanova RJ, Elvira García S, Rivas Palá T, González Paramás AM, Sánchez Sánchez J. Geographical discrimination of honeys through the employment of sugar patterns and common chemical quality parameters. Eur Food Res Technol. 2000; 210: 437–444.
- González-Miret ML, Terrab A, Hernanz D, Fernández-Recamales MA, Heredia FJ. Multivariate correlation between color and mineral composition of honeys and by their botanical origin. J Agr Food Chem. 2007; 53: 2574–2580.
- Gonzalez-Miret ML, Terrab A, Herranz D, Fernandez-Recamales MA, Heredia FJ. Multivariate correlation between color and mineral composition of honey and by their botanical origin. J Agr Food Chem. 2005; 53(7):2574–2580.
- González-Paramas, AM, García Villanova, RJ, Gómez Bárez, JA, Sánchez Sánchez, J, Ardanuy Albajar R. (2007). Botanical origin of monovarietal darkhoneys (from heather, holm oak, pyrenean oak and sweet chestnut) based on their chromatic characters and amino acid profiles. Eur Food Res Technol. 2007; 226: 87–92.
- Gutiérrez, MG, Rodríguez-Malavaer AJ, Vit P. Miel de abejas: Una fuente de Antioxidantes. Revista Fuerza Farmacéutica Año 12. 2008; 1: 39-44.

- Jean-Prost P, Le Conte Y. Apicultura: Conocimiento de la abeja. Manejo de la colmena. 4ª ed. Madrid: Mundi-Prensa; 2007.
- Karabagias IK, Badeka AV, Kontakos S, Karabournioti S, Kontominas MG. Botanical discrimination of Greek unifloral honeys with physico-chemical and chemometric analyses. Food Chem. 2014; 165: 181-190.
- Marini F, Magrì AL, Balestrieri F, Fabretti F, Marini, D. Supervised pattern recognition applied to the discrimination of the floral origin of six types of Italian honeys samples. Anal Chim Acta. 2004; 515:117–125.
- Mateo R, Bosch-Reig F. Classification of Spanish Unifloral Honeys by Discriminant Analysis of Electrical Conductivity, Color, Water Content, Sugars, and pH. J Agric Food Chem. 1998; 46(2): 393-400.
- Mato IS, Huidobro JF, Simal-Lozano JS, Sancho MT. Rapid determination of nonaromatic organic acids in honey by capillary zone electrophoresis with direct ultraviolet detection. J Agr Food Chem. 2006; 54: 1541–1550.
- McKibben J, Engeseth NJ. Honey as a protective agent against lipid oxidation in ground turkey. J Agr Food Chem. 2002; 50:592–595.
- Ministerio de la Presidencia (2015). Real Decreto 473/2015, de 12 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 1049/2003, de 1 de agosto, por el que se aprueba la Norma de calidad relativa a la miel. B.O.E nº 147, de 20 de Junio de 2015. Boletín Oficial del Estado. Madrid. Disponible en:
<https://www.boe.es/boe/dias/2015/06/20/pdfs/BOE-A-2015-6841.pdf>
- Moreira RFA, Maria CAB, Pietroluongo M, Trugo LC. Chemical changes in the non-volatile fraction of Brazilian honeys during storage under tropical conditions. Food Chem. 2007; 104: 1236–1241.
- Nandakumar V, Singh T, Katiyar SK. Multi-targeted prevention and therapy of cancer by proanthocyanidins. Cancer Lett. 2008; 269(2): 378-387.
- Ogawa S, Asada M, Ooki Y, Mori M, Itoh M, Korenaga T. Design and synthesis of glycosidase inhibitor 5-amino-1,2,3,4-cyclohexanetetrol derivatives from (-) vibo-quercitol. Bioorg Med Chem. 2005; 13: 4306–4314.
- Orthen B, Popp M, Smirnoff N. Hydroxyl radical scavenging properties of cyclitols. Proceedings of the Royal Society Edinburgh. 1994; 1028(269): 272.

- Ouchemoukh S, Louaileche H, Schweitzer P. Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys. *Food Control*. 2007; 18: 52–58.
- Partida, L. Caracterización de mieles monoflorales de *Euphorbia resinífera* producidas en Marruecos. Trabajo Fin de Máster. Universidad de Sevilla. Facultad de Biología. 2015.
- Persano Oddo L, Piazza MG, Pulcini P. Invertase activity in honeys. *Apidologie*. 1999; 30: 57–65.
- Persano Oddo L, Piro R. Main European unifloral honeys: Descriptive sheets. *Apidologie*. 2004; 35(1): S38–S81.
- Piedras, BG, Quiroz, DLG. Estudio melisopalinológico de dos mieles de la porción sur del Valle de México. *Polibotánica*. 2007; 23:57-75.
- Sánchez MD, Huidobro JF, Mato I, Muniategui S, Sancho MT. Correlation between proline content of honeys and botanical origin. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*. 2001; 97(5): 171–175.
- Sanz ML, González M, De Lorenzo C, Sanz J, Martínez-Castro I. A contribution to the differentiation between nectar honey and honeydew honey. *Food Chem*. 2005; 91: 313-317.
- Sanz ML, Sanz J, Martínez-Castro I. Presence of some cyclitols in honey. *Food Chem*. 2004; 84: 133-135.
- Scalbert A, Manach C, Morand C, Rémésy C, Jiménez L. Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2005; 45: 287-306.
- Serrano S, Espejo R, Villarejo M, Jodral ML. Diastase and invertase activities in Andalusian honeys. *Int J Food Sci Tech*. 2007; 42: 76–79.
- Shantal Rodríguez-Flores M, Escuredo O, Seijo MC. Assessment of physicochemical and antioxidant characteristics of *Quercus pireaica* honeydew honeys. *Food Chem*. 2015; 166: 101-106.
- Soria AC, González M, De Lorenzo C, Martínez-Castro I, Sanz J. Characterization of artisanal honeys from Madrid (Central Spain) on the basis of their melissopalynological, physicochemical and volatile composition data. *Food Chem*. 2004; 85:121–130.

- Suescún L, Vit Olivier P. Control de calidad de la miel de abejas producida como propuesta para un proyecto de servicio comunitario obligatorio. *Fuerza Farmacéutica* Año 12. 2008; 1: 6-15.
- Terrab A, Díez MJ, Heredia FJ. Characterization of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics. *Food Chem.* 2002a; 79: 373–379.
- Terrab A, Díez M J, Heredia FJ. Chromatic. Characterisation of Moroccan Honeys by Diffuse Reflectance and Tristimulus Colorimetry - Non-Uniform and Uniform Colour Spaces. *Food Sci Technol Int.* 2002b; 8(4): 189-195.
- Terrab A, González AG, Díez MJ, Heredia FJ. Characterization of Moroccan unifloral honeys using multivariate analysis. *Eur Food Res and Technol.* 2003; 218: 88–95.
- Terrab A, González AG, Díez MJ, Heredia FJ. Mineral content and electrical conductivity of the honeys produced in north–west Morocco and their contribution to the characterization of unifloral honeys. *J Sci Food Agric.* 2003; 83: 637–643.
- Terrab A, Vega-Pérez JM, Díez MJ, Heredia FJ. Characterisation of northwest Moroccan honeys by gas chromatographic-mass spectrometric analysis of their sugar components. *J Sci Food Agric.* 2001; 82: 179–185.
- Terrab Benjelloun, A. Melitopalínología y caracterización de mieles monoflorales en la zona occidental del norte de Marruecos. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla. Facultad de Biología. 2000.
- Turhan I, Tetik N, Karhan M, Gurel F, Tavukcuoglu HR. Quality of honeys influenced by thermal treatment. *LWT. Food Sci Technol Int.* 2008; 41: 1396–1399.
- Ulloa, JA, Cortez, PMM, Rodríguez, RR, Vázquez, JAR, Ulloa, PR. La miel de abeja y su importancia. *Revista Fuente* Año 2. 2010; 4: 11-18.
- Valente T, Hidalgo J, Bolea I, Ramirez B, Anglés N, Reguant J, Morelló JR, Gutiérrez C, Boada M, Unzeta M. A diet enriched in polyphenols and polyunsaturated fatty acids, LMN diet, induces neurogenesis in the subventricular zone and hippocampus of adult mouse brain. *J. Alzheimer Dis.* 2009; 18(4): 849-865.
- Vela L, De Lorenzo C, Pérez, RA. Antioxidant capacity of Spanish honeys and its correlation with polyphenol content and other physicochemical properties. *J Sci Food Agr.* 2007; 87: 1069–1075.

- Vit, P, Gutiérrez MG, Titera D, Bednar M, Rodríguez-Malavaer AJ. Mieles checas categorizadas según su actividad antioxidante. Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana. 2008; 42(2): 237-244.
- Wedmore EB. The accurate determination of the water content of honeys. Introduction and results. Bee World. 1955; 36: 197-206.
- Yücel Y, Sultanoglu P. Characterization of honeys from Hatay region by their physicochemical properties combined with chemometrics. Food Biosc. 2013; 1: 16-25.

